

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yukihiro NAKATA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: PLASMA PROCESSING APPARATUS AND PLASMA PROCESSING METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-353492	December 5, 2002
Japan	2002-366842	December 18, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland

Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月 5日
Date of Application:

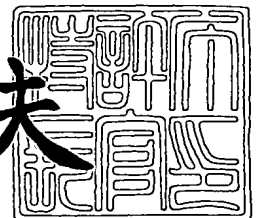
出願番号 特願2002-353492
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-353492]

出願人 株式会社 液晶先端技術開発センター
Applicant(s):

2003年10月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3085027

【書類名】 特許願

【整理番号】 020509-203

【提出日】 平成14年12月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065
C23F 4/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地
株式会社液晶先端技術開発センター内

【氏名】 中田 行彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地
株式会社液晶先端技術開発センター内

【氏名】 東 和文

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地
株式会社液晶先端技術開発センター内

【氏名】 岡本 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地
株式会社液晶先端技術開発センター内

【氏名】 後藤 真志

【特許出願人】

【識別番号】 501286657

【氏名又は名称】 株式会社液晶先端技術開発センター

【代理人】

【識別番号】 100075753

【弁理士】

【氏名又は名称】 和泉 良彦

【電話番号】 03-3214-0502

【選任した代理人】

【識別番号】 100081341

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 茂

【電話番号】 03-3214-0502

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 084480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0118089

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導波管と、
前記導波管に設けられ、導波管アンテナを構成する複数のスロットと、
誘電体からなる電磁波放射窓と、
真空容器とを具備し、
前記スロットから前記電磁波放射窓を通して前記真空容器内に放射された電磁波によってプラズマを生成し、プラズマ処理を行うプラズマ処理装置において、
前記導波管が複数あり、前記導波管どうしが接して配置され、
電磁波源から複数の前記導波管に電磁波を分配する導波管部を有し、
複数の前記電磁波放射窓と前記真空容器との間で真空が保持されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記スロットを、前記プラズマ処理する全面積に渡りほぼ均一に分布させたことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

複数の前記スロットに共通して対応する前記電磁波放射窓を複数設け、複数の前記電磁波放射窓と前記真空容器との間で真空が保持されていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記導波管 1 本毎に対応して、前記導波管の幅とほぼ同等の幅を有する前記電磁波放射窓を配置し、

前記導波管と前記電磁波放射窓の長軸方向がほぼ一致し、
前記導波管と前記電磁波放射窓の長軸方向の長さがほぼ一致し、
前記導波管と前記電磁波放射窓の長軸の周期がほぼ一致していることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記電磁波放射窓の長軸方向の長さが、前記導波管の長軸方向の長さより短いことを特徴とする請求項 4 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

1 個以上の前記電磁波放射窓に共通して接する第 2 の誘電体部材を、前記真空容器内に設けたことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

複数個の前記電磁波放射窓どうしの間の、前記電磁波放射窓を保持する梁部内に水冷管を設けたことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

複数個の前記電磁波放射窓どうしの間の、前記電磁波放射窓を保持する梁部下の前記真空容器内に、ガス導入口を設けたことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記導波管に電磁波を供給する電磁波源が 1 台であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 0】

前記導波管に電磁波を供給する電磁波源が複数台であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 1】

複数台の前記電磁波源の、隣接する前記電磁波源の周波数が異なることを特徴とする請求項 1 0 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 2】

前記導波管に電磁波を供給する電磁波源の周波数が 2 . 4 5 G H z であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 3】

前記プラズマ処理がプラズマ酸化であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 4】

前記プラズマ処理がプラズマ成膜であることを特徴とする請求項 1 記載のプラ

ズマ処理装置。

【請求項 1 5】

前記プラズマ処理がプラズマエッチングであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマ処理装置に係り、特に、大型の角型基板に対して、膜堆積、表面改質、あるいはエッチング等のプラズマ処理を施すための装置に関する。

【 0 0 0 2】

【従来の技術】

【特許文献 1】 特許第 2 7 2 2 0 7 0 号公報

【特許文献 2】 特許第 2 8 5 7 0 9 0 号公報

【特許文献 3】 特開 2 0 0 2 - 2 8 0 1 9 6 号公報

【非特許文献 1】 第 4 9 回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集 1 2 8 頁 2 0 0 2 年 3 月

【非特許文献 2】 E S C A M P I G 1 6 & I C R P 5 予稿集 3 2 1 頁 2 0 0 2 年 7 月 1 4 - 1 8 日。

【 0 0 0 3】

従来、半導体装置や液晶表示装置等の製造プロセスにおいて、膜堆積、表面改質、あるいはエッチング等のプラズマ処理を施すためには、平行平板型の高周波プラズマ処理装置や、電子サイクロトロン共鳴（E C R）プラズマ処理装置などが用いられている。

【 0 0 0 4】

しかしながら、平行平板型プラズマ処理装置では、プラズマ密度が低く、電子温度が高い、また、E C R プラズマ処理装置では、プラズマ励起に直流磁場が必要であるため、大面積の処理が困難であるという問題を抱えている。

【 0 0 0 5】

これに対して、近年、プラズマ励起に磁場が不要であり、高密度でかつ電子温

度が低いプラズマが生成し得るプラズマ処理装置が提案されている。

【0006】

以下、そのような装置について説明する。

《第1の従来装置》

図7(a)は、従来の第1のプラズマ処理装置の上面図、(b)は断面図である。

この装置は、上記特許文献1に記載されている。

71は同軸伝送路、73は円形マイクロ波放射板、72は円形マイクロ波放射板73に同心円状に設けたスロット、74は誘電体からなる電磁波放射窓、75は真空容器、76はガス導入口、77はガス排気口、78はプラズマ処理する基板、79は基板支持台である。

【0007】

この装置は、同心円状に配されたスロット72を有する円形マイクロ波放射板73に、同軸伝送路71からマイクロ波電力が供給される。

【0008】

この装置では、同軸伝送路71から円形マイクロ波放射板73の中心に向けて導入したマイクロ波を、円形マイクロ波放射板73の径方向に伝播させつつ、円形マイクロ波放射板73に設けたスロット72から放射することにより、真空容器75内に均一なプラズマを生成しようとするものである。

【0009】

《第2の従来装置》

図8(a)は、従来の第2のプラズマ処理装置の上面図、(b)は断面図である。

この装置は、上記特許文献2に記載されている。

81は矩形導波管、82は導波管アンテナを構成するスロット、83はマイクロ波源、84は誘電体からなる電磁波放射窓、85は真空容器、86はガス導入口、87はガス排気口、88はプラズマ処理する基板、89は基板支持台、110は矩形導波管81の反射面（短絡面、R面）、111は矩形導波管81のH面（マイクロ波の電界方向に垂直な面）である。

【0010】

この装置は、矩形導波管 81 の H 面 111 の一部に配され、導波管アンテナを構成するスロット 82 から、電磁波放射窓 84 を介してマイクロ波電力を供給することにより、真空容器 85 内にプラズマを生成する。

【0011】

この装置では、矩形導波管 81 の反射面 110 でのマイクロ波の反射を考慮し、矩形導波管 81 の H 面 111 に設けた 2 つのスロット 82 の幅（開口面積）を変化させることにより（図示は省略）、マイクロ波のスロット 82 からの放射電力を均一化しようとするものである。なお、図 8（a）では、スロット 82 の幅の変化については、図示省略しているが、当該公報に記載されているように、例えば、スロット 82 は、矩形導波管 81 の反射面 110 に向かって狭くなるように、階段状あるいはテーパ状に変化した形状を有する。

【0012】

これにより、生成されたプラズマが十分に拡散すれば、2 つのスロット 82 から放射されたマイクロ波電力により比較的均一なプラズマを発生させることが可能となる。

【0013】

なお、最近では、半導体装置や液晶表示装置を製造するために用いるプラズマ処理装置においては、基板サイズの拡大に伴って、装置の大型化が進み、特に液晶表示装置の場合には、1メートル級の基板を処理するための装置が必要である。これは半導体装置の製造に用いる直径 300 mm の基板の約 10 倍の面積に当たる。

【0014】

さらに、上記プラズマ処理には、モノシランガス、酸素ガス、水素ガス、塩素ガスという反応性ガスが原料ガスとして利用されている。これらのガスのプラズマ中には、多くの負イオン（ O^- 、 H^- 、 Cl^- 等）が存在しており、これらの振る舞いを考慮に入れた製造設備および製造方法が求められている。

【0015】

《第3の従来装置》

図 9 (a) は、第 3 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は上面図である。

9 1 は矩形導波管、9 2 は導波管アンテナを構成するスロット、9 3 はマイクロ波源、9 4 は誘電体からなる電磁波放射窓、9 5 は真空容器、9 6 はガス導入口、9 7 はガス排気口、9 8 はプラズマ処理する基板、9 9 は基板支持台、1 1 0 は矩形導波管 9 1 の反射面（短絡面、R 面）、1 1 1 は矩形導波管 9 1 の H 面（マイクロ波の電界方向に垂直な面）である。

【0016】

この装置では、矩形導波管 9 1 の H 面 1 1 1 に設けた導波管アンテナを構成するスロット 9 2 が 6 列平行に配置されている。

【0017】

《第 4 の従来装置》

図 10 (a) は、第 4 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は上面図である。

この従来装置は、上記特許文献 3 に記載されている。

1 0 1 は矩形導波管、1 0 2 は導波管アンテナを構成する結合孔、1 0 4 は誘電体からなる電磁波放射窓、1 0 5 は真空容器である。なお、プラズマ処理する基板や基板支持台等は図示省略している。

【0018】

この装置は、3 列の矩形導波管 1 0 1 を並べた表面波プラズマ処理装置であり、真空容器 1 0 5 に複数の矩形導波管 1 0 1 を等間隔に平行に配設し、各矩形導波管 1 0 1 にはその先端側に向かって結合係数を順次大きくした結合孔 1 0 2 を設け、真空容器 1 0 5 には各結合孔 1 0 2 に対応して分割形成した電磁波放射窓 1 0 4 が設けられている。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記第 1 ～第 4 の従来装置には、以下に示すような課題があった。

【0020】

《第 1 の従来装置の課題》

図 7 に示した第 1 の従来装置のように、マイクロ波を同軸伝送路 7 1 や円形マイクロ波放射板 7 3 等の導体中を伝播させる場合には、これら導体中での銅損などの伝播ロスが発生する。この伝播ロスは、周波数が高くなるほど、また、同軸伝送距離や放射板面積が大きくなるほど、深刻な問題となる。したがって、液晶表示装置等の非常に大きな基板に対応した大型装置の場合には、マイクロ波の減衰が大きく、効率的なプラズマ生成が困難である。

【 0 0 2 1 】

また、円形マイクロ波放射板 7 3 からマイクロ波を放射するこの装置においては、半導体装置のような円形基板を処理する場合には適しているが、液晶表示装置のような角型基板に対する処理の場合、基板の角部においてプラズマが不均一になってしまうという問題もある。

【 0 0 2 2 】

したがって、第 1 の従来装置においては、大面積基板、特に角型基板を処理することが困難であるという課題がある。

【 0 0 2 3 】

《第 2 の従来装置の課題》

また、図 8 に示した第 2 の従来装置のように、矩形導波管 8 1 を伝播させたマイクロ波を 2 つのスロット 8 2 から放射する方式の場合には、上記伝播ロスを低く抑えることができる。しかしながら、生成されたプラズマ中に負イオンが多く存在する反応性プラズマの場合には、プラズマの両極性拡散係数が小さくなるため、プラズマがマイクロ波の放射されているスロット近傍に偏ってしまうという問題がある。この問題は、プラズマの圧力が高い場合には、なおいっそう深刻化する。したがって、負イオンが生成されやすい酸素、水素および塩素等を含むガスを原料としたプラズマ処理を大面積に施すことが困難であり、特にその圧力が高い場合に困難であるという課題がある。さらに、プラズマ処理する基板 8 8 の処理面に対し、導波管アンテナを構成するスロット 8 2 の分布が局在し、均一でないため、プラズマ密度が不均一となる。

【 0 0 2 4 】

《第 3 の従来装置の課題》

真空容器 95 内を低圧力にすると、電磁波放射窓 94 には、ほぼ大気圧と、ほぼ真空に近い圧力とのガス圧力差、つまり、約 $9.80665 \times 10^4 \text{ Pa}$ (1 kg/cm^2) の力がかかる。このため、電磁波放射窓 94 の厚さを、この力に耐え得るような厚さにする必要がある。

【0025】

下記表 1 に示すように、電磁波放射窓を例えば直径 300 mm の円形状あるいは 250 mm 角の矩形状の合成石英板で形成すると、該電磁波放射窓の厚さは約 30 mm 必要になる。電磁波放射窓の厚さが厚くなると、電磁波の損失が大きくなる。ましてや、1 m 角程度の大型基板に対応するプラズマ処理装置の場合では、電磁波放射窓の厚さが厚くなり過ぎ、実現不可能であった。

【0026】

【表 1】

表 1

窓サイズと必要な合成石英板の厚さ

窓サイズ	直径6インチ	直径300mm	250mm角	300mm角
合成石英板厚	14.3mm	30mm	30.6mm	36.8mm

《第 4 の従来装置の課題》

また、第 4 の従来装置では、第 1 の従来装置よりも大面積基板に対応できるが、矩形導波管 101 どうしが間隔を置いて配置されているため、結合孔 102 を、プラズマ処理する全面積に渡り均一に分布させることが難しかった。

また、各結合孔 102 に対応して電磁波放射窓 104 を設けるので、結合孔 102 の数だけ真空を封じきる箇所が多く、真空容器 105 の天板の加工費が増加し、装置価格が増加するという課題がある。

【0027】

本発明の目的は、上記の課題を解決し、大面積の基板を処理することができるプラズマ処理装置を提供することにある。

【 0 0 2 8 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明においては特許請求の範囲に記載するような構成になっている。

【 0 0 2 9 】

すなわち、請求項 1 記載のプラズマ処理装置は、複数の導波管と、前記導波管に設けられ、導波管アンテナを構成する複数のスロットと、誘電体からなる電磁波放射窓と、真空容器とを具備し、前記スロットから前記電磁波放射窓を通して前記真空容器内に放射された電磁波によってプラズマを生成し、プラズマ処理を行うプラズマ処理装置において、前記導波管どうしが接して配置され、複数の前記電磁波放射窓と前記真空容器との間で真空が保持されているという構成を備えている。

このように矩形導波管どうしを接して配置しているため、スロットをプラズマ処理する全面積に渡り均一に分布させることが容易にでき、また、複数の電磁波放射窓を設けるので、電磁波放射窓の厚さを薄くすることができ、したがって、大面積の基板を均一なプラズマ密度で処理することができる。また、1 台の電磁波源から、電磁波分配用の導波管部を通じて複数の導波管へ電磁波を供給するため、すべての導波管において周波数を同一とすることができ、均一なエネルギー密度を放射するようなアンテナを設計しやすい。周波数が異なると、電磁波の干渉を考慮して設計する必要がある。

【 0 0 3 0 】

また、請求項 2 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記スロットを、前記プラズマ処理する全面積に渡りほぼ均一に分布させたという構成を備えている。

このため、大面積の基板を均一なプラズマ密度で処理することができる。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 3 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、複数の前記スロットに共通して対応する前記電磁波放射窓を複数設け、複数の前記電磁波放射窓と前記真空容器との間で真空が保持されているという

構成を備えている。

このように複数のスロットに共通する電磁波放射窓を複数設けることにより、真空容器の天板の加工費を低減でき、装置価格を低減でき、また、複数の電磁波放射窓を設けるので、電磁波放射窓の厚さを薄くすることができ、したがって、大面積の基板を均一なプラズマ密度で処理することができる。

【0032】

また、請求項4記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記導波管1本毎に対応して、前記導波管の幅とほぼ同等の幅を有する前記電磁波放射窓を配置し、前記導波管と前記電磁波放射窓の長軸方向がほぼ一致し、前記導波管と前記電磁波放射窓の長軸方向の長さがほぼ一致し、前記導波管と前記電磁波放射窓の長軸の周期がほぼ一致しているという構成を備えている。

このような構成により、梁部で電磁波が遮られることなく、電磁波を有効に真空容器内へ導入することができる。

【0033】

また、請求項5記載のプラズマ処理装置は、請求項4記載のプラズマ処理装置において、前記電磁波放射窓の長軸方向の長さが、前記導波管の長軸方向の長さより短いという構成を備えている。

このような構成により、電磁波放射窓の厚さをより薄くすることができる。

【0034】

また、請求項6記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置において、1個以上の前記電磁波放射窓に共通して接する第2の誘電体部材を、前記真空容器内に設けたという構成を備えている。

このような構成により、複数のスロット全体で構成される導波管アンテナ全体の下部に設けた第2の誘電体部材中で電磁波が拡がり、第2の誘電体部材がない場合より均一性の良いプラズマを形成することができる。

【0035】

また、請求項7記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置において、複数個の前記電磁波放射窓どうしの間の、前記電磁波放射窓を保持す

る梁部内に水冷管を設けたという構成を備えている。

プラズマにより真空容器の梁部や、電磁波放射窓の気密封止部材が加熱され、変形したり損傷したりするため、冷却する必要がある。このように梁部に水冷管を設けることにより、プラズマの発生を妨げることなく、効率良く冷却することができる。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 8 載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、複数個の前記電磁波放射窓どうしの間の、前記電磁波放射窓を保持する梁部下の前記真空容器内に、ガス導入口を設けたという構成を備えている。

このような構成により、プラズマの発生を妨げることなく、ガスを大面積に均一に供給できるため、均一性の良いプラズマ処理を行うことができる。

【 0 0 3 7 】

また、請求項 9 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記導波管に電磁波を供給するマイクロ波源が 1 台であるという構成を備えている。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 1 0 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記導波管に電磁波を供給するマイクロ波源が複数台であるという構成を備えている。

マイクロ波源の最大出力には限界があるため、複数台のマイクロ波源の使用により、大電力化が可能となる。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 1 1 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 0 記載のプラズマ処理装置において、複数台の前記マイクロ波源の、隣接する前記マイクロ波源の周波数が異なるという構成を備えている。

マイクロ波源を複数台使用すると、プラズマどうしの干渉が起こるため、隣接するマイクロ波源の周波数を異ならせることにより、干渉を防ぐことができる。

【 0 0 4 0 】

また、請求項 1 2 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装

置において、前記導波管に電磁波を供給するマイクロ波源の周波数が 2 . 4 5 G H z であるという構成を備えている。

マイクロ波源の周波数としては、2 . 4 5 G H z が現在標準となっており、安価であり、種類も豊富である。

【 0 0 4 1 】

また、請求項 1 3 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記プラズマ処理がプラズマ酸化であるという構成を備えている。

【 0 0 4 2 】

また、請求項 1 4 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記プラズマ処理がプラズマ成膜であるという構成を備えている。

【 0 0 4 3 】

また、請求項 1 5 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記プラズマ処理がプラズマエッチングであるという構成を備えている。

【 0 0 4 4 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下で説明する図面で、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

実施の形態 1

図 1 (a) は、本発明の実施の形態 1 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は (a) の A 部拡大図、(c) は (a) の上面図である。

1 は導波管、例えば矩形導波管、2 は導波管アンテナを構成する複数のスロット、3 は電磁波源である例えばマイクロ波源、4 は石英、ガラス、セラミック等の誘電体からなる電磁波放射窓（電磁波導入窓）、5 は真空容器（プラズマ発生室）、6 はガス導入口、7 はガス排気口、8 はプラズマ処理する基板、9 は基板支持台、1 0 は真空容器 5 の天板、1 1 は真空容器 5 の梁部、1 7 はマイクロ波源 3 から複数の矩形導波管 1 に電磁波を分配する電磁波分配用導波管である。

【 0 0 4 5 】

プラズマが生成される真空容器 5 には、原料ガスを導入するためのガス導入口 6 と、導入されたガスを排気するためのガス排気口 7 が接続されている。

【0046】

マイクロ波源 3 の発振器にて発振されたマイクロ波は、電磁波分配用導波管 1 7 により矩形導波管 1 に分配、伝送され、導波管アンテナを構成するスロット 2 から電磁波放射窓 4 を介して真空容器 5 内に放射される。

【0047】

例えば、電磁波放射窓 4 の幅 w_4 は 10 cm、スロット 2 の幅 w_2 はそれより数 mm 小さい。

【0048】

本実施の形態 1 のプラズマ処理装置は、導波管、例えば矩形導波管 1 と、矩形導波管 1 に設けられ、導波管アンテナを構成する複数のスロット 2 と、誘電体からなる電磁波放射窓 4 と、真空容器 5 とを具備し、スロット 2 から電磁波放射窓 4 を通して真空容器 5 内に放射された電磁波によってプラズマを生成し、プラズマ処理を行うプラズマ処理装置において、矩形導波管 1 が複数あり（ここでは 6 本を図示）、矩形導波管 1 どうしが接して配置され、電磁波源、例えばマイクロ波源 3 から 6 本の矩形導波管 1 に電磁波を分配する導波管部、すなわち、電磁波分配用導波管 1 7 を有し、複数の電磁波放射窓 4 と真空容器 5 との間で真空が保持されている。また、スロット 2 は、プラズマ処理する基板 8 の全面積に渡りほぼ均一に分布させている。さらに、複数の（ここでは 9 個を図示）スロット 2 に共通して対応する電磁波放射窓 4 を複数（ここでは 6 個）設けている。

本実施の形態 1 にあっては、矩形導波管 1 の複数のスロット 2 に対応して電磁波放射窓 4 を複数設けたので、外気と真空容器 5 内との圧力差は、電磁波放射窓 4 の寸法により耐えられればよいので、電磁波放射窓 4 の厚さを薄くすることができる。したがって、大型のプラズマ処理装置を実現でき、大面積の基板を均一なプラズマ密度で処理することができる。また、矩形導波管 1 どうしを接して配置しているため、スロット 2 をプラズマ処理する全面積に渡り均一に分布させることが容易にできる。したがって、大面積の基板を均一なプラズマ密度で処理することができる。また、スロット 2 をプラズマ処理する全面積に渡り均一に分布

させるというのは、例えばスロット 2 どうしの縦方向のピッチ、および横方向のピッチを同一にすることである。また、1 台の電磁波源（ここでは、マイクロ波源 3）から、電磁波分配用導波管 17 を通じて複数の矩形導波管 1 へ電磁波を供給しているため、すべての矩形導波管 1 において周波数を同一とすることができ、均一なエネルギー密度を放射するようなアンテナを設計しやすい。周波数が異なると、電磁波の干渉を考慮して設計する必要がある。

【0049】

さらに、複数のスロット 2 に共通する電磁波放射窓 4 を複数設けることにより、真空容器 5 の天板の加工費を低減でき、装置価格を低減することができる。

【0050】

図 1（d）は、矩形導波管 1 の別の構成例を示す断面図である。図 1（a）に示すように、別部材で形成した複数の矩形導波管 1 を接して配置してもよいし、複数の矩形導波管 1 を接して配置した図 1（d）に示すような 1 個の部材を用いてもよい。なお、本発明において、複数の矩形導波管 1 どうしを接して配置するという技術思想には、矩形導波管 1 どうしを数 cm 離す程度のことは当然含まれる。

【0051】

本実施の形態 1 の考え方の基本は、マイクロ波を、複数の接した矩形導波管 1 を用いて、角型大面積の領域に分配し、スロット 2 から電磁波放射窓 4 を通して、角型大面積に均一なエネルギー密度でマイクロ波を放射し、均一なプラズマ密度のプラズマを発生させることにある。

上述の第 4 の従来装置では、その明細書に記載されているように（段落 0028）、結合孔から等しいマイクロ波電力が放射され、プラズマが形成される。しかし、導波管が所定間隔を設けて配置されており、プラズマは拡散により拡がるため、プラズマ密度はガウス分布を持つ。このガウス分布を重ね合わせて、均一化を図っている。

つまり、本実施の形態 1 では、接した複数の矩形導波管 1 により、角型大面積の領域に均一なプラズマ密度のプラズマを発生させる。これに対して、上記第 4 の従来装置では、導波管をある間隔をあけ、ガウス分布の重なりでプラズマの均

一化を図るものである。

この相違点を導波管の製作方法の違いで説明する。

本実施の形態 1 において、例えば有効処理面積 $70\text{ cm} \times 60\text{ cm}$ の場合を例にして説明する。このため、例えば矩形導波管 1 の具体的な製作方法として、 $70\text{ cm} \times 60\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ のアルミニウムブロックから、矩形導波管 1 内の幅が 9 cm 、高さが 3 cm になるように、6 本の矩形導波管 1 を削り出して作製した。つまり、この場合は、隣り合う矩形導波管 1 の壁は一体のものである（図 1（d）参照）。

【0052】

また、矩形導波管 1 を複数本作製し、これらが接するように組み立てる方法においても、本実施の形態 1 による導波管平面アンテナを作製することが可能である。

さらに、前述のように、これらの矩形導波管 1 を少しあけて作製しても、本実施の形態 1 による効果を得ることは可能である。

【0053】

また、矩形導波管 1 の 1 本毎に対応して、図 1（c）に示すように、矩形導波管 1 の幅とほぼ同等の幅（ここでは、矩形導波管 1 の幅より狭い幅）を有する電磁波放射窓 4 を配置し、矩形導波管 1 と電磁波放射窓 4 の長軸方向がほぼ一致し、矩形導波管 1 と電磁波放射窓 4 の長軸方向の長さがほぼ一致し、矩形導波管 1 と電磁波放射窓 4 の長軸の周期がほぼ一致している。このように電磁波放射窓 4 を矩形導波管 1 の 1 本毎に形成し、電磁波放射窓 4 を矩形導波管 1 との長軸方向と長さおよび周期を対応させることにより、電磁波放射窓 4 を複数に分割しながら、梁部で電磁波が遮られることなく、電磁波を有効に真空容器 5 内へ導入できる。

【0054】

また、電磁波放射窓 4 の長軸方向の長さを、矩形導波管 1 の長軸方向の長さより短くすることもできる。この場合、電磁波放射窓 4 を支持する真空容器 5 の天板 10 の梁部 11 を縦横方向に交差して形成でき、矩形導波管 1 よりも長さが短い小さな電磁波放射窓 4 を形成できるので、電磁波放射窓 4 の厚さをより薄くで

きる。

【0055】

また、矩形導波管 1 に電磁波を供給するマイクロ波源 3 が 1 台であり、マイクロ波源 3 の周波数は 2. 4 5 G H z である。マイクロ波源 3 の周波数としては、2. 4 5 G H z のものが量産され、現在、標準となっており、安価であり、種類も豊富である。

【0056】

なお、本実施の形態 1 のプラズマ処理装置では、プラズマ処理として、プラズマ酸化、プラズマ成膜、プラズマエッチング、あるいはプラズマアッシングを行うことが可能である。

【0057】

実施の形態 2

図 2 (a) は、本発明の実施の形態 2 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は (a) の上面図である。

1 2 は第 2 の誘電体部材である。本実施の形態 2 では、1 個以上、ここでは 1 列 9 個×6 列=5 4 個の電磁波放射窓 4 に共通して接する、ここでは 1 枚の矩形板状の第 2 の誘電体部材 1 2 が、真空容器 5 内に設けてある。

本実施の形態 2 にあっては、複数の電磁波放射窓 4 を支える金属製の梁部 1 1 が存在しても、複数のスロット 2 の全体で構成される導波管アンテナ全体の下部に設けた第 2 の誘電体部材 1 2 中で電磁波が拡がりやすく、また、プラズマが金属梁にさらされないため、第 2 の誘電体部材 1 2 がない場合に比べてより均一性の良いプラズマを形成することができる。また、本実施の形態 2 では、第 2 の誘電体部材 1 2 が 1 枚の場合を示したが、該第 2 の誘電体部材 1 2 を複数枚に分割することも可能である。

【0058】

実施の形態 3

図 3 (a) は、本発明の実施の形態 3 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は (a) の B 部の拡大図である。また、図 4 は、本プラズマ処理装置の水冷管の配置を示すための上面図である。さらに、図 5 は、本プラズマ処理装置の複数のガ

ス導入口を有するガス導入管の配置を示すための上面図である。

【0059】

13は電磁波放射窓4と真空容器5の梁部11との気密を封止するためのリング、14は梁部11内に設けられ、冷却水を流すための水冷管、15は真空容器5内にガスを流すためのガス導入管、16はガス導入管15の複数箇所（図5においてガス導入管15の設置箇所は図示省略）に設けられたガス導入口である。

【0060】

本実施の形態3では、複数の電磁波放射窓4どうしの間の、電磁波放射窓4を保持する梁部11内に水冷管14を設けている。プラズマにより真空容器5の梁部11や、電磁波放射窓4の気密を封止するリング13が加熱され、変形したり損傷したりするため、冷却する必要がある。本実施の形態3では、梁部11に水冷管14を設けることにより、プラズマの発生を妨げることなく、効率良く冷却することができる。

【0061】

また、複数の電磁波放射窓4どうしの間の、電磁波放射窓4を保持する梁部11下の真空容器5内に、複数のガス導入口16を設けている。これらのガス導入口16により、プラズマの発生を妨げることなく、ガスを大面積の基板8に均一に供給できるため、均一性の良いプラズマ処理を行うことができる。なお、このような構成の水冷管14、ガス導入管15およびガス導入口16は、いずれか一方を設けてもよいことはもちろんである。

【0062】

実施の形態4

図6は、本発明の実施の形態4のプラズマ処理装置の上面図である。

本実施の形態4では、矩形導波管1に電磁波を供給するマイクロ波源3が複数台設けられている。

マイクロ波源3の最大出力が十分な場合は、実施の形態1のようにマイクロ波源3は1台でマイクロ波を供給することが可能である。しかし、マイクロ波源3の出力により、処理面積が制限される。マイクロ波源3の最大出力には限界があ

るため、本実施の形態4のように、複数台のマイクロ波源3を設け、複数台のマイクロ波源3からマイクロ波を供給することにより、大電力化が可能となり、大面積を処理できるプラズマ処理装置が実現可能となる。また、プラズマ密度が高くでき、プラズマ処理時間を短縮できる。

【0063】

しかし、複数台のマイクロ波源3を使用する場合、複数台のマイクロ波源3からのマイクロ波が影響を及ぼし、プラズマ特性が変化し、安定性が低下する。このため、複数台のマイクロ波源3の、隣接するマイクロ波源3の周波数が異なるように設定することにより、マイクロ波源3の影響を軽減し、干渉を防ぎ、安定性を増すことができる。

【0064】

さらに、上述のように、マイクロ波源3としては、周波数が2.45GHzのものが量産されており、これを用いることにより、装置を安価に製造できる。2.45GHzのマイクロ波源3においても、わずかには周波数を変更することが可能であり、隣接するマイクロ波源3の周波数が異なるように設定することが可能である。

【0065】

以上本発明を実施の形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、電磁波放射窓の厚さを薄くすることができ、大面積基板を処理することができ、プラズマ密度が均一なプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(a)は本発明の実施の形態1のプラズマ処理装置の断面図、(b)は(a)のA部の拡大図、(c)は(a)の上面図、(d)は矩形導波管の別の構成例を

示す断面図である。

【図 2】

(a) は本発明の実施の形態 2 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は (a) の上面図である。

【図 3】

(a) は本発明の実施の形態 3 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は (a) の B 部の拡大図である。

【図 4】

本発明の実施の形態 3 のプラズマ処理装置の水冷管の配置を示すための上面図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 3 のプラズマ処理装置の複数のガス導入口を有するガス導入管の配置を示すための上面図である。

【図 6】

本発明の実施の形態 4 のプラズマ処理装置の上面図である。

【図 7】

(a) は従来の第 1 のプラズマ処理装置の上面図、(b) は (a) の断面図である。

【図 8】

(a) は従来の第 2 のプラズマ処理装置の上面図、(b) は (a) の断面図である。

【図 9】

(a) は従来の第 3 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は (a) の上面図である。

【図 10】

(a) は従来の第 4 のプラズマ処理装置の断面図、(b) は (a) の上面図である。

【符号の説明】

1…矩形導波管、2…スロット、3…マイクロ波源、4…電磁波放射窓、5…

真空容器、6…ガス導入口、7…ガス排気口、8…基板、9…基板支持台、10…天板、11…梁部、12…第2の誘電体部材、13…Oリング、14…水冷管、15…ガス導入管、16…ガス導入口、17…電磁波分配用導波管、

71…同軸伝送路、72…スロット、73…円形マイクロ波放射板、74…電磁波放射窓、75…真空容器、76…ガス導入口、77…ガス排気口、78…基板、79…基板支持台、

81…矩形導波管、82…スロット、83…マイクロ波源、84…電磁波放射窓、85…真空容器、86…ガス導入口、87…ガス排気口、88…基板、89…基板支持台、110…矩形導波管の反射面、111…矩形導波管のH面、

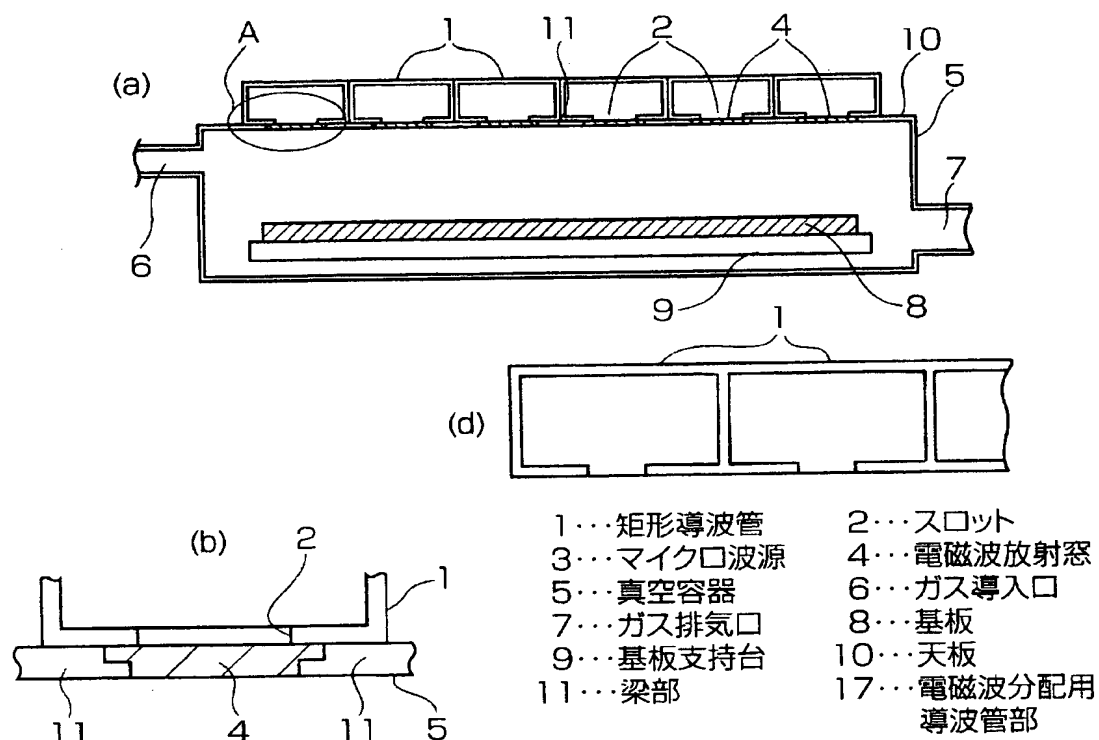
91…矩形導波管、92…スロット、93…マイクロ波源、94…電磁波放射窓、95…真空容器、96…ガス導入口、97…ガス排気口、98…基板、99…基板支持台、

101…矩形導波管、102…結合孔、104…電磁波放射窓、105…真空容器。

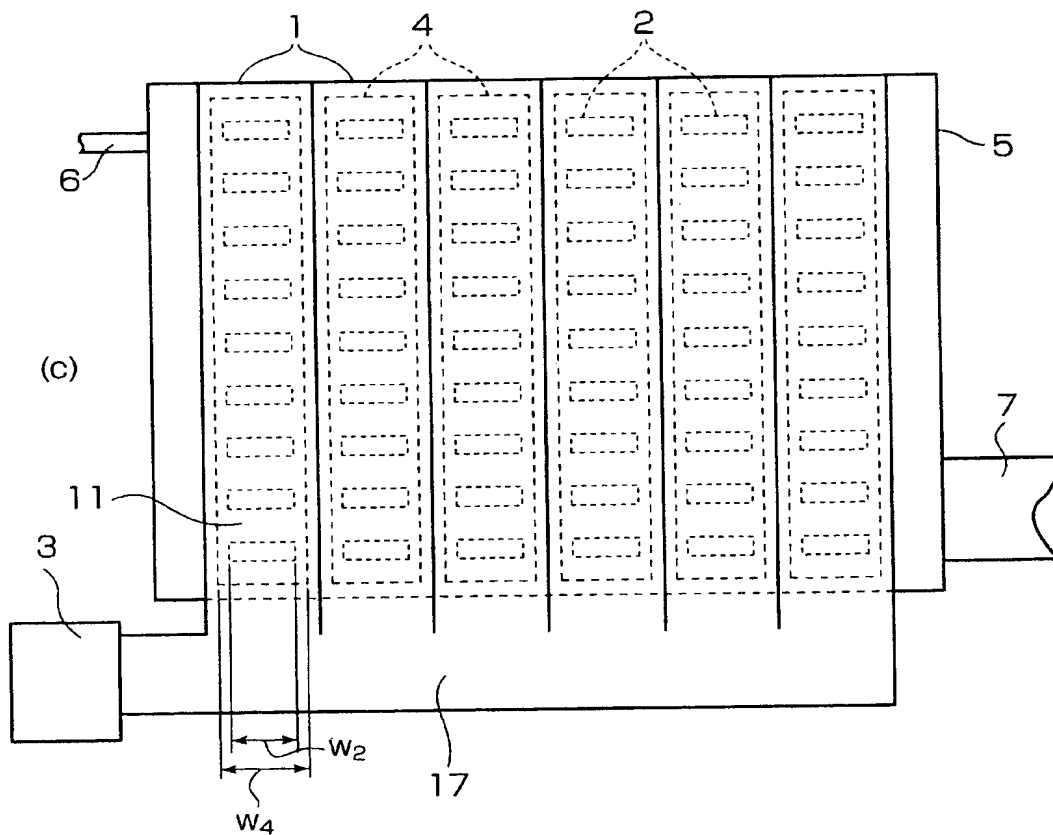
【書類名】 図面

【図 1】

図1

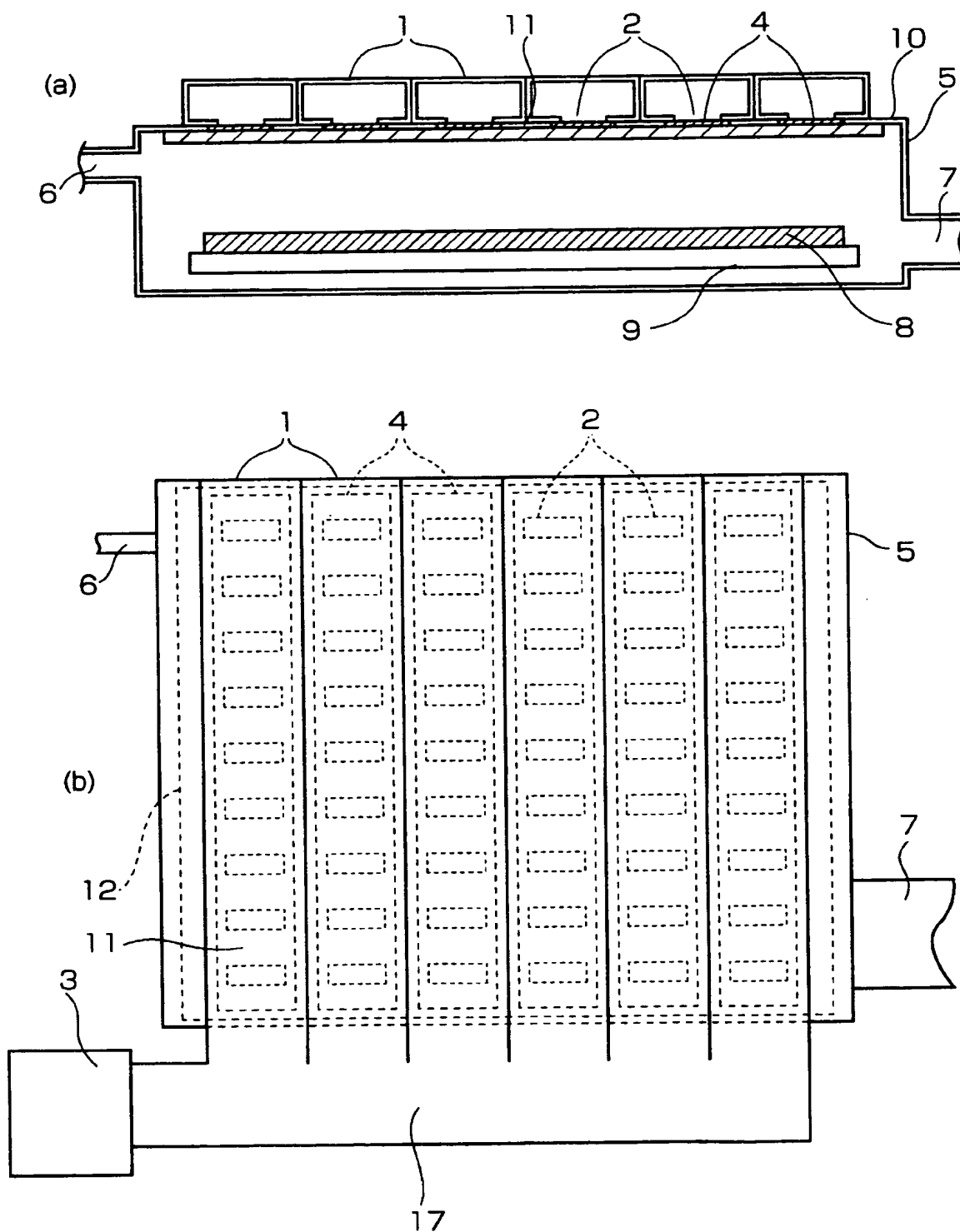


上面図



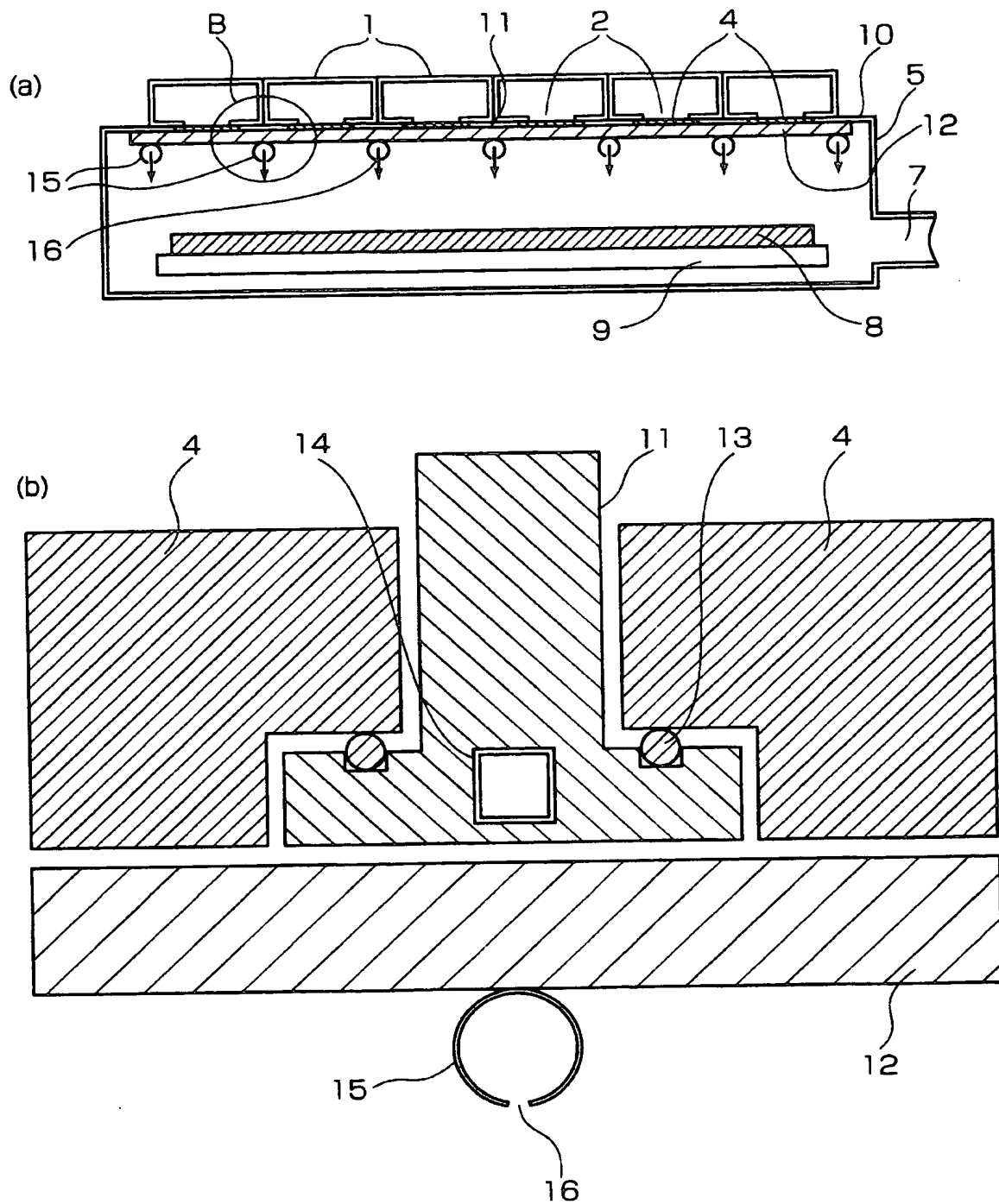
【図 2】

図2 実施の形態2の断面図



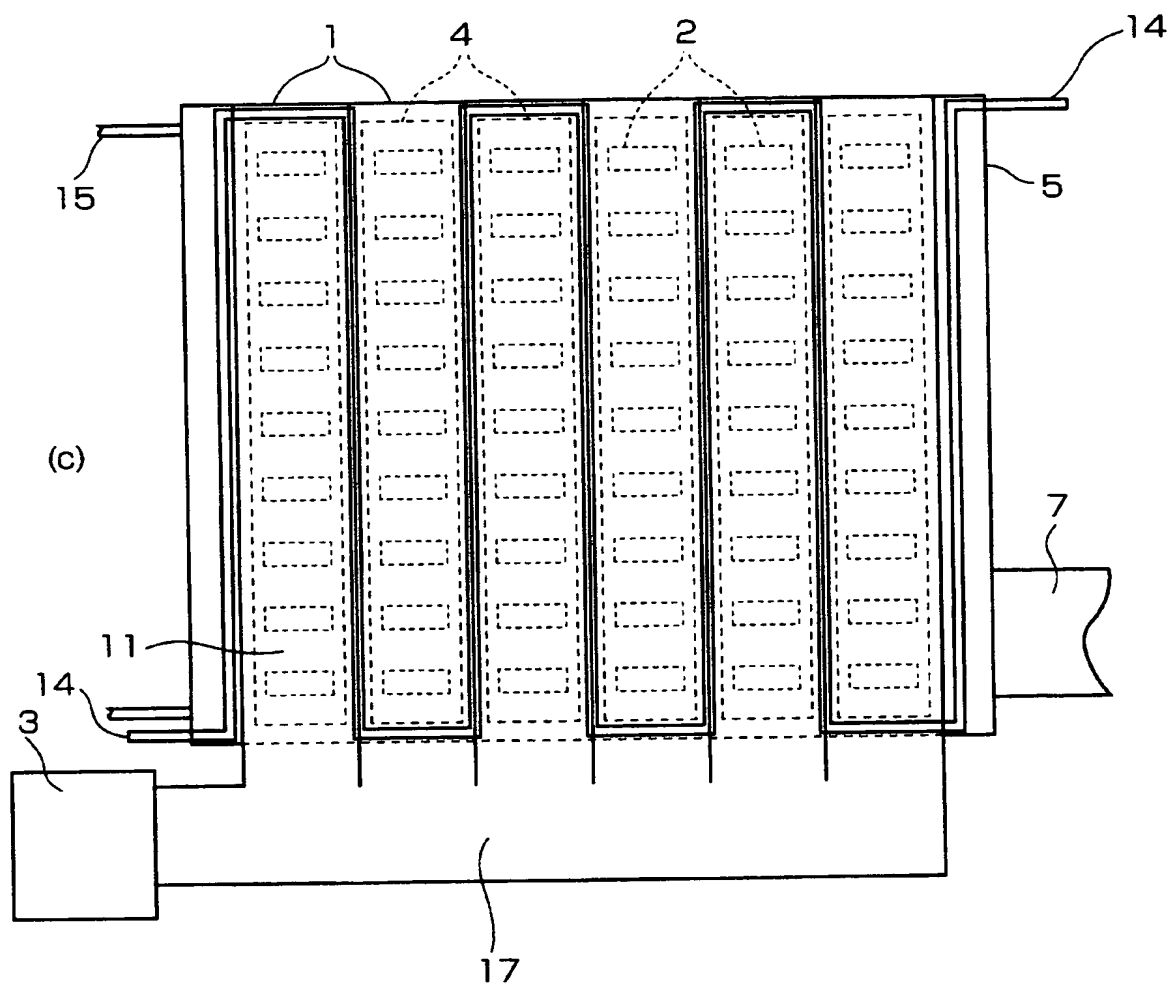
【図 3】

図3 実施の形態3の断面図



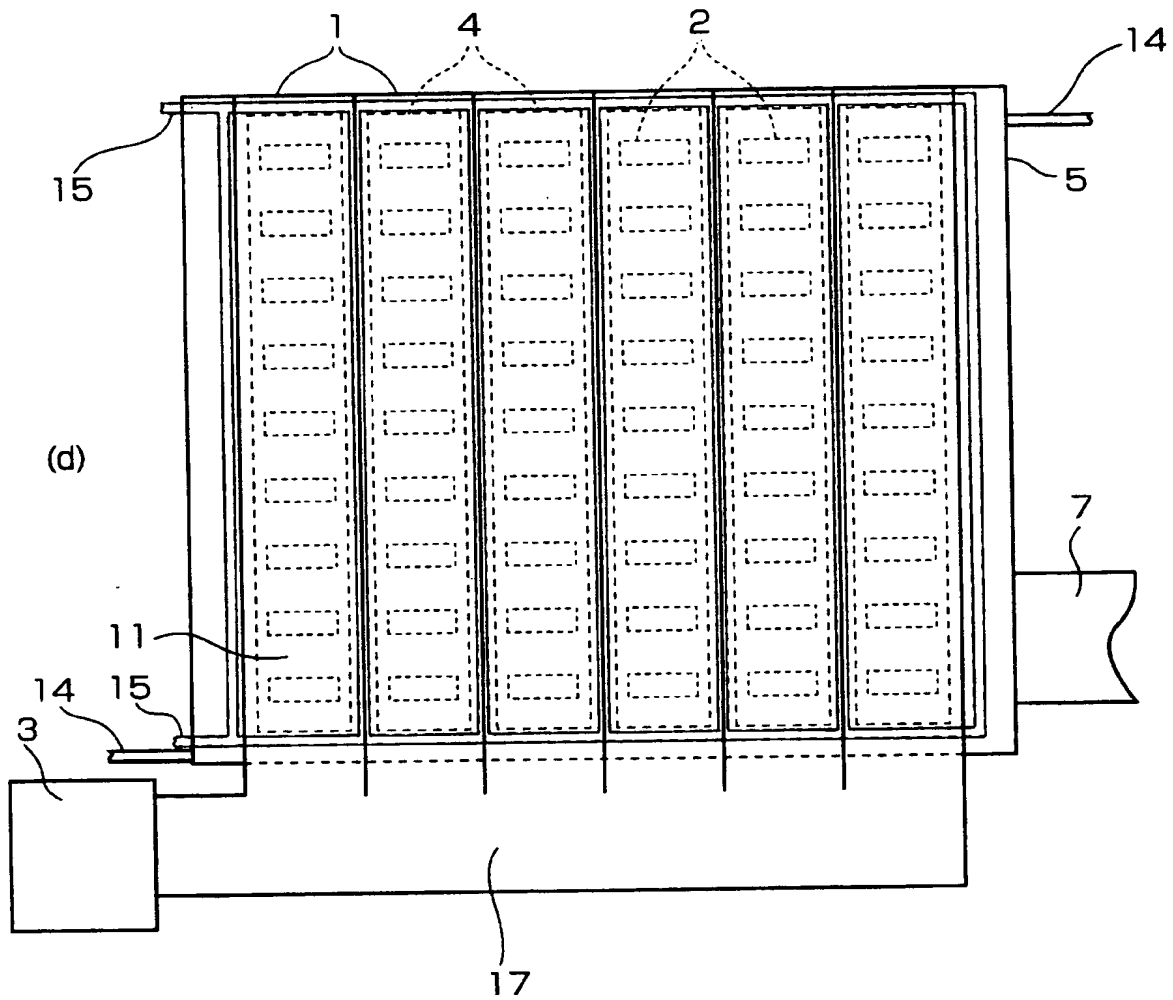
【図 4】

図4



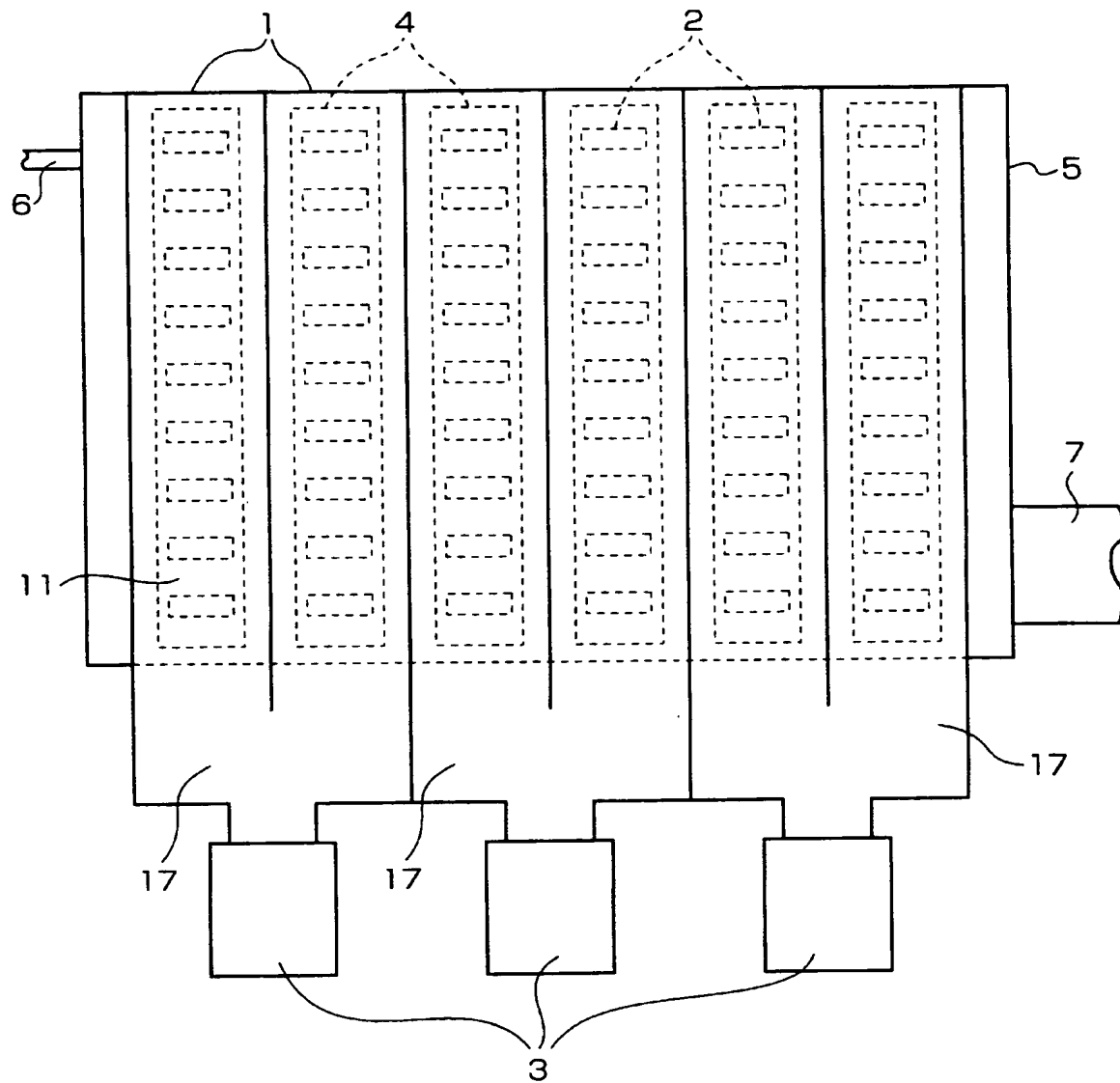
【図 5】

図5



【図 6】

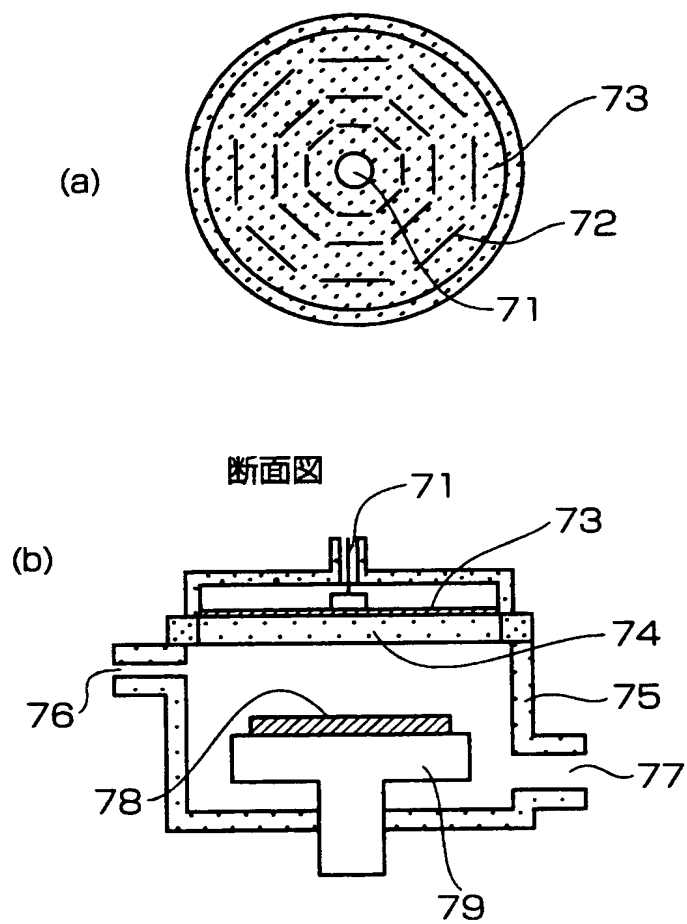
図6 実施の形態4



【図 7】

図7

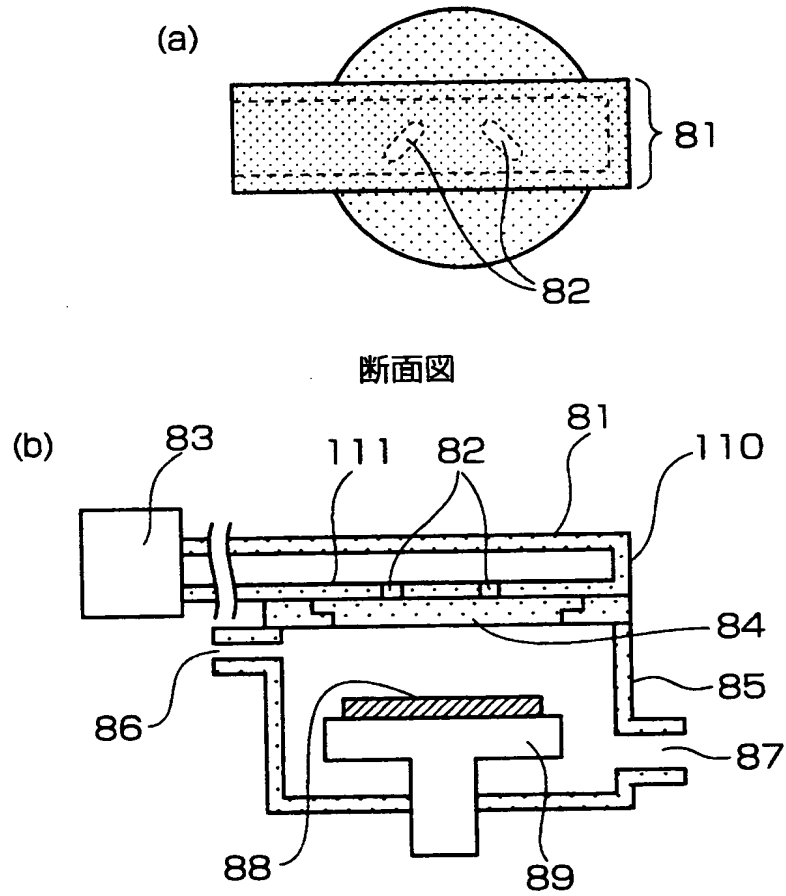
第1の従来例の上面図



【図 8】

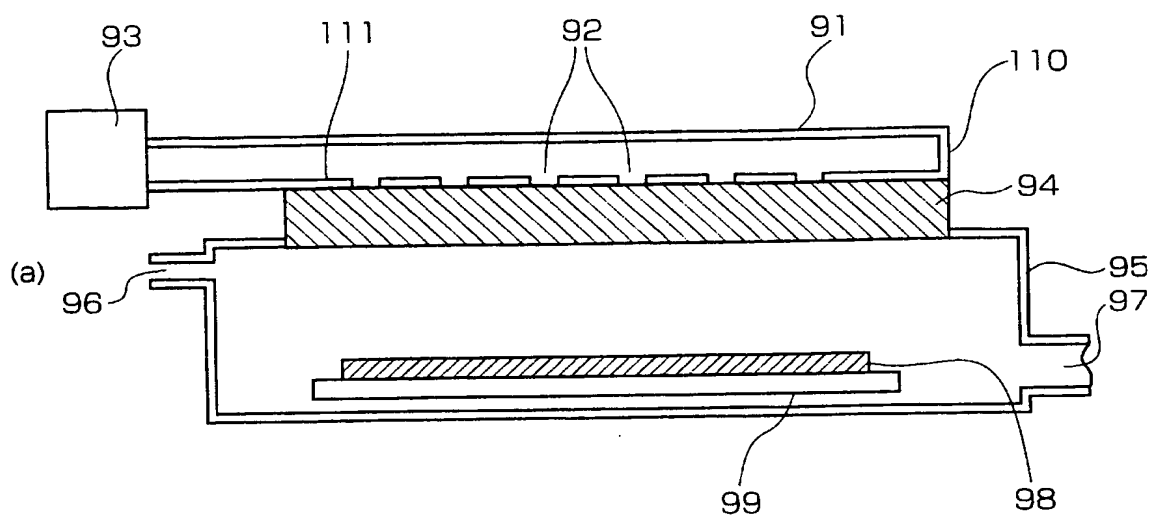
図8

第2の従来例の上面図

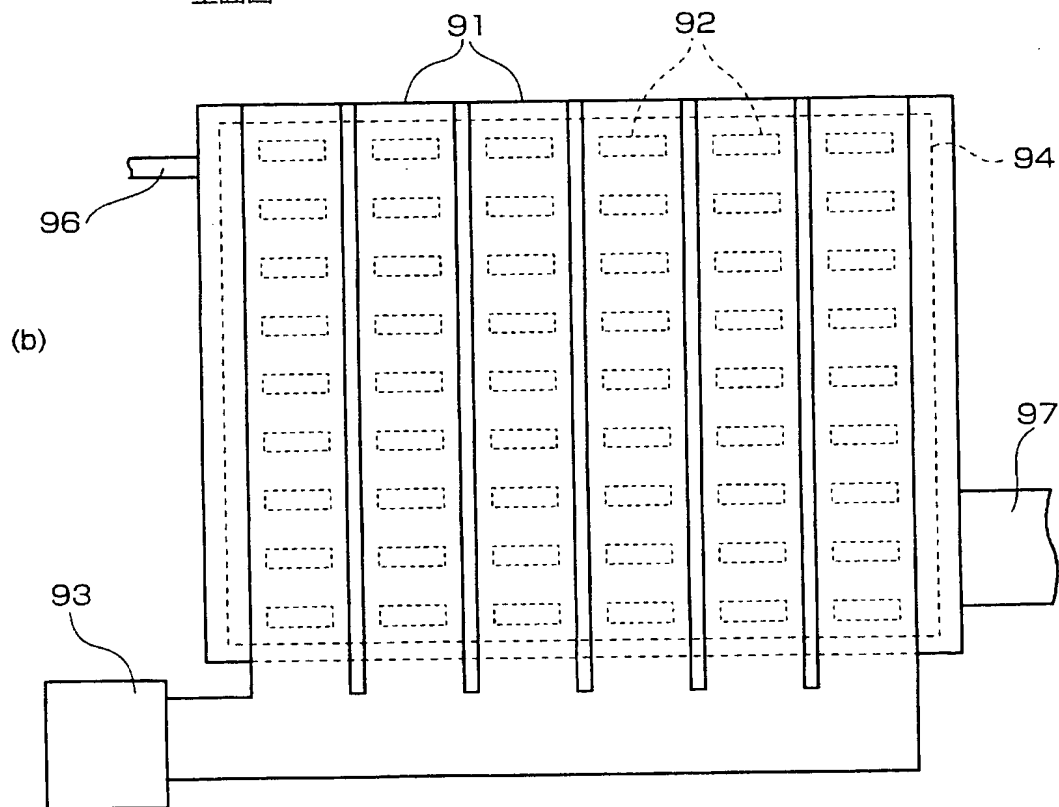


【図 9】

図9 第3の従来例の断面図



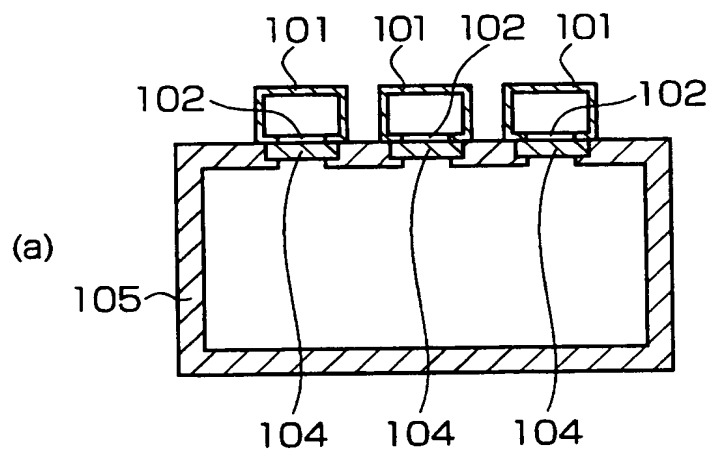
上面図



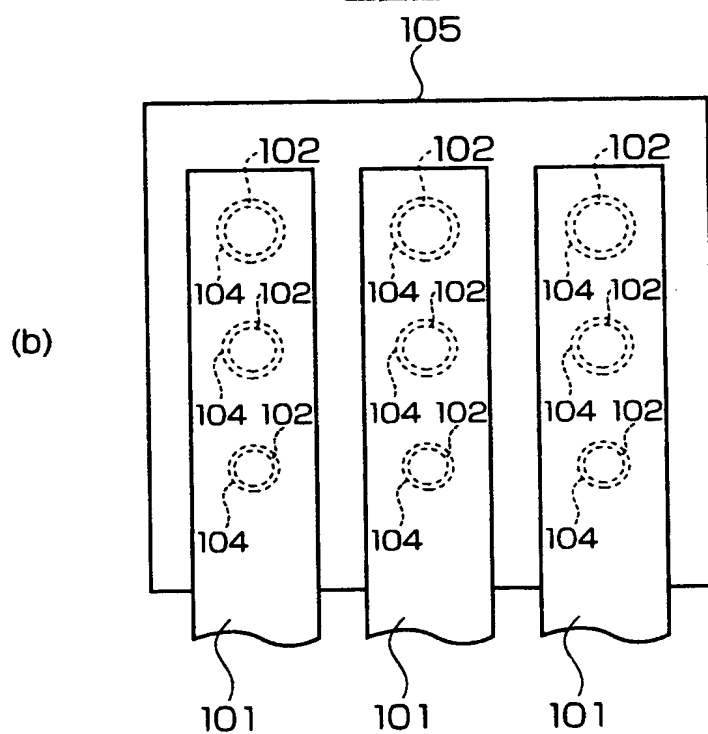
【図 10】

図10

第4の従来例の断面図



上面図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大面積基板を処理することができるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 矩形導波管 1 と、矩形導波管 1 に設けられ、導波管アンテナを構成する複数のスロット 2 と、誘電体からなる電磁波放射窓 4 と、真空容器 5 とを具備し、スロット 2 から電磁波放射窓 4 を通して真空容器 5 内に放射された電磁波によってプラズマを生成し、プラズマ処理を行うプラズマ処理装置において、矩形導波管 1 が複数あり、矩形導波管 1 どうしが接して配置され、複数のスロット 2 に共通して対応する電磁波放射窓 4 を複数設け、マイクロ波源 3 から複数の矩形導波管 1 に電磁波を分配する電磁波分配用導波管 1 7 を有し、複数の電磁波放射窓 4 と真空容器 5 との間で真空が保持され、スロット 2 がプラズマ処理する基板 8 の全面積に渡りほぼ均一に分布されている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 5 3 4 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 1 2 8 6 6 5 7]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 1 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地

氏 名

株式会社 液晶先端技術開発センター